

水泳運動の継続が中高年女性の主として循環機能に及ぼす影響

島崎あかね¹⁾・戸塚 学²⁾・橋口剛夫³⁾
久保田みはる⁴⁾・諸富嘉男⁵⁾・広田公一⁶⁾

(平成 2 年 10 月 5 日受付, 平成 2 年 12 月 21 日受理)

Effect of Swimming Exercise on Circulatory System in Middle-Aged Women

Akane SHIMAZAKI, Manabu TOTSUKA, Takeo HASHIGUCHI,
Miharu KUBOTA, Yoshio MOROTOMI and Koichi HIROTA

The purpose of this study was to investigate the effect of swimming exercise on circulatory system. The subjects were 24 middle-aged voluntary women (48.1 yr.). They were divided into beginner (group A; $n=7$), middle (Group B; $n=5$) and excellent (Group C; $n=12$) classes by swimming ability, and one-day (Group I; $n=4$), two-days (Group II; $n=13$) and three-days (Group III; $n=7$) classes by frequency per week. As the contents of lesson the curriculum of the swimming school was adopted. The period of investigation was 3 months (April to July in 1989). Height, body weight, subcutaneous fat, blood pressure and acceleration plethysmogram were measured before and after the period of the lessons, and examined by 3 points of view;

1. The change of total subjects.
2. The effect of swimming ability (Group A, B and C).
3. The effect of frequency of lesson (Group I, II and III).

For control group 24 middle-aged men and women (53.9 yr.) were measured for acceleration plethysmogram at the same period out of the exercise group.

The results were summarized as follows;

- 1) After the lesson, body weight was not significantly changed compared with those before the lesson in all classes.
- 2) The subcutaneous fat was not significantly changed in total subjects. However, Group C and Group III showed a tendency to decrease. The tendency was considered that the effect of difference of agonist and total momentum for a week.
- 3) Blood pressure was not significantly changed in all classes. However, higher systolic blood pressure showed a tendency to decrease.
- 4) Type of acceleration plethysmogram was a tendency to improve in all classes. On the other side, the score of acceleration plethysmogram was significantly changed ($p<0.05$) comparing before and after the lesson in total subjects, and Group B and Group I showed a tendency to improvement.

The other side, the score of acceleration plethysmogram of control group was not significantly changed for the period.

The result of this study suggested that continuance of swimming exercise, adjusted to individual health and fitness, is effective for the circulatory system and keep their health in middle-aged women.

¹⁾衛生・公衆衛生学研究室, ²⁾大学院スポーツ科学研究室, ³⁾西東京科学大学, ⁴⁾青葉スイミングスクール, ⁵⁾健康教育研究室, ⁶⁾運動生理学研究室

1. 目 的

近年、中高年者層において高血圧を始めとする心臓血管系疾患の罹患率が増加¹⁻³⁾している。また加齢に伴う体力低下が男女ともにみられる¹⁴⁾。この原因の有力な説として、生活水準の上昇による日常生活内での身体活動量の減少、すなわち運動不足が指摘されている。この現状を解消し、運動不足による体力低下を増長させないためにも適度な運動実施が奨励され、各地にスポーツ施設が設立されるに至っている。

一般に、水泳運動は子どもから成人に至るまで幅広い年齢層に対応させることができる点、浮力の利用により腰や膝関節への負担が軽減される点などから、運動療法としての有効性や社会体育での有用性が高いと考えられる。

このように運動実施が奨励されるのに伴い、ジョギングや水泳運動の実施が循環機能、特に高血圧の改善などに及ぼす影響について数多く^{5,6,9-12,19,20)}研究されている。これまでの研究は、検者が運動条件（強度、時間など）を設定した内容における適応を検討したものが多く。しかしながら、社会体育の実際場面ではインストラクターによるトレーニング内容の設定や、各個人の至適強度や時間に即した運動が主体であるため、上述した研究結果をそのまま当てはめることは難しいと思われる。したがって、数多く設立されているスポーツ施設における実現場面の調査という意味から、例えばスイミングスクールのレッスンを経時的に追跡しその効果を検討することは、より望ましい運動処方作成およびその実践上大変意義あることと思われる。

本研究ではこれらの点を踏まえ、一スイミングスクー

ルの年間レッスンのうちの一定期間について観察を行い、水泳中の運動強度および運動量とのかかわり合いから、水泳運動の実施が主として循環機能に及ぼす影響を検討することを目的とした。

2. 方 法

被検者は、世田谷区内の某スイミングスクールの利用者のうち成人女性会員 24 名で、身長 153.8 ± 5.8 ($140.9 \sim 160.7$) cm, 体重 51.4 ± 5.6 ($41.5 \sim 61.0$) kg, 年齢は 48.1 ± 10.8 ($26 \sim 64$) 歳であった。

測定は、測定および調査項目の設定のための資料を得るために、1988 年 11 月から 1989 年 3 月にかけて Pre-Test (予備実験) を実施した後、1989 年 4 月と 7 月に同スクール内で行った。同スクールは、年間を通して室温、水温ともに 30°C 以上になるよう調整されており、期間中の室温は 31.5 ± 1.2 ($29.0 \sim 33.0$) $^{\circ}\text{C}$, 水温は 31.5 ± 0.4 ($31.2 \sim 32.6$) $^{\circ}\text{C}$ であった。

被検者は、各個人の練習曜日および泳力別にそれぞれのクラスに所属しており、週 1 回から週 3 回のレッスンを、そのスイミングスクール所属のコーチより受講した。レッスン内容は表 1 に示すように、ウォーミングアップとしての腰掛けキックおよび壁キックを実施した後初級はクロールおよび背泳、中級は平泳ぎ、上級はバタフライを中心とした練習を各クラスに分かれて実施した。なお、1 回当りのレッスン時間は約 60 分であった。

測定項目は、身体的特性として身長、体重、皮下脂肪厚、および循環機能の指標として血圧、加速度脈波であった。さらに質問紙により既往症、水泳の経験、水泳以外の運動経験などについて調査した。また、泳力別クラ

表 1 成人クラスにおける泳力別レッスン内容

クラス	レ ッ ス ン 内 容	
初 級	腰掛けキック 壁キック (約 10 分)	顔付け板キック～クロール復習(約 20 分)→背面キック～手付け背面～背泳・プル～背泳・コンビ(約 30 分)
中 級		板キック～クロール・背泳復習(約 25 分)→平泳ぎキック(重点的に)～平泳ぎ・プル～平泳ぎ・コンビ(約 25 分)
上 級		板キック～クロール・背泳・平泳ぎ(復習)(約 25 分)→バタフライ・キック(重点的に)～バタフライ・プル～バタフライ・コンビ(約 25 分)
上 級		板キック～クロール・プル・コンビ(約 10 分)→背泳キック・プル・コンビ(約 10 分)→平泳ぎキック・プル・コンビ(約 10 分)→バタフライキック・プル・コンビ(約 10 分)→個人メドレー・長距離など(約 10 分)

(注) なお、各級とも種目の間には 1～2 分の説明が入り、合計レッスン時間は約 60 分となります

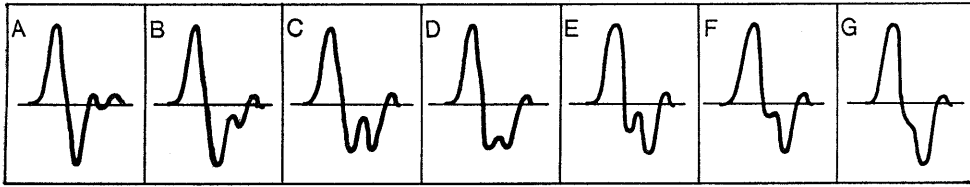


図1 加速度脈波波形のタイプとその評価

- 〈A〉 通常若い人にみられる、血液循環がよい状態の波形
- 〈B〉 年齢が高くなってきた時にみられ、血液循環がまだよい状態にあるときの波形
- 〈C〉 血液循環が少し悪くなったときの波形
- 〈D, E〉 血液循環がかなり悪くなった時の波形で、脳卒中、心筋梗塞などの既往症がある人にこのような波形が多い
- 〈F, G〉 高齢者で極端に血液循環が悪くなった時にみられ、中高年以降でも循環疾患がある人では、しばしばこのような波形が認められる

スの運動強度の指標として、水泳中の心拍数を測定した。

なお、加速度脈波については季節的変動を考慮し、対照群として日常生活に定期的な運動を実施していない、同年代の一般人（男性 20 名、女性 4 名）の測定を行った。

個々の測定方法は以下の通りである。

1) 心拍数はレッスン中の運動強度の指標として測定した。被検者のうち上級 3 名、中級 2 名の計 5 名が、ウォーミングアップ終了時からキャノン社製 Sports tester PE3000 を装着した状態でレッスンを受講し、同時にレッスン内容を記録した。この心拍計は、トランスミッターおよびレシーバーから構成されており、トランスミッターを電導性ゴム電極に取り付け、レシーバーでその信号を受信するものである。被検者は水着の上から左右の第 5 肋間上に電極ベルトを着け、トランスミッターが胸で左右対称になるように装着した。レシーバーは防水カバーにいれ、ショルダーストラップに通して胸に取り付け、泳ぎの妨げにならないように配慮した。装着時間は約 55 分であり、その間 5 秒毎に記録された心拍数は 5 分間の平均値を用いて、各クラスのレッスン強度の指標とした。

2) 皮下脂肪厚は右上腕背部の肩峰点と橈骨点とを結ぶ線上の midpoint (上腕部とする)、および右肩甲骨下角（背部とする）の 2 点を測定点とし栄研式キャリパーを用いて測定した。

3) 血圧は座位の状態でおムロン社製のデジタル自動血圧計を用い、左腕で測定した。測定は 2 回行い、その平均値を採用した。

4) 加速度脈波は血圧測定と同時に右手の第二指ある

いは第三指を測定点として、加速度脈波計 (Plethysmographic Acceleration pulse wave meter Model 500, プレソグラフ社製) を用いて測定した。この加速度脈波は、血液循環の良否判定の指標として用いられているものである。測定により得られる波形がその変曲点により A~G という 7 種類のタイプに大別され (図 1), それぞれの波形は被検者の血液循環の良否を反映する¹⁷⁾とされている。この波形は、経時的に A から G へと順次悪化していくものではないが、B よりは C, C よりは D というように、血液循環に関して段階的な評価が可能である。したがって、この評価においては G タイプが一番血液循環の悪い状態を表すものとされる。また、波形タイプの出現率から血液循環が加齢に伴って悪くなる者が増加していく^{17,18,23)}ことも確かめられている。一方、同じ波形タイプの中でも、波形の高さにより血流状態に違

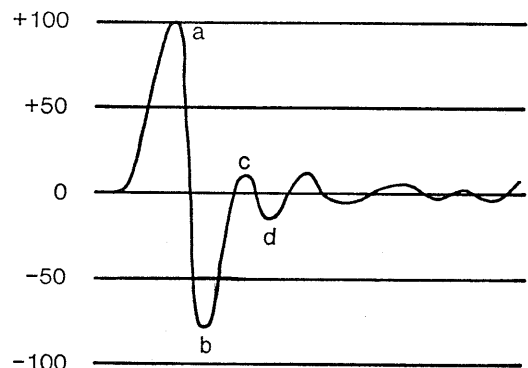


図2 加速度脈波波形の得点化

(基線から変曲点 a での高さを 100 とした際の曲点 b, c, d の高さの割合を求める)

表 2 3か月間の水泳運動による身体的特性と血圧の変化

	体 重 (kg)		皮下脂肪厚 (mm)* ¹		血 圧 (mmHg)* ²	
	pre.	post.	pre.	post.	pre.	post.
被検者全体 (n=24)	51.4±5.6	51.6±5.3	16.5±3.8 20.8±7.5	16.2±3.7 20.0±7.4	123.0±13.8 83.0± 8.5	119.9±13.9 82.1±10.5
Group A (初級, n=7)	51.0±5.8	51.4±5.7	18.7±3.8 26.1±6.9	17.9±4.1 25.7±7.6	132.0±14.1 88.9± 7.5	125.4±14.8 88.9±10.5
Group B (中級, n=5)	51.0±2.6	51.3±2.8	16.1±3.7 21.4±4.8	18.6±2.3 19.9±3.6	115.6± 7.7 75.0± 6.1	117.6± 7.5 81.2± 5.6
Group C (上級, n=12)	51.7±6.2	51.8±5.7	15.4±3.3 17.6±6.6	14.2±2.8 16.7±6.3	120.8±12.8 82.8± 7.0	117.7±14.5 78.6±10.1
Group I (週1回, n=4)	53.4±1.6	53.2±1.8	13.2±1.6 23.7±4.5	16.8±2.2 20.9±3.8	124.0± 8.5 79.8± 5.4	116.0± 7.1 76.6± 9.6
Group II (週2回, n=13)	49.9±5.7	50.2±5.5	17.7±3.9 21.4±8.8	17.2±3.6 21.8±8.6	124.1±15.7 85.5±10.1	122.6±16.2 84.1±12.5
Group III (週3回, n=7)	52.9±6.0	53.0±5.3	15.8±3.3 18.6±4.7	14.0±3.7 16.1±4.3	120.4±11.8 80.0± 3.9	117.1±10.2 79.1± 7.6

Mean±S. D.

*¹...上段: 上腕部, 下段: 背部*²...上段: 収縮期血圧, 下段: 拡張期血圧

いがみられる^{17,23)}という報告もあり, この点を配慮して加速度脈波の波形の得点化が行われている。この得点化とは図2に示すように, 波形に現れる a, b, c, d の四つの変曲点を利用し, 基線から変曲点 a までの高さを 100 として, これに対する b, c, d の高さを求めて $(-b+c+d)/a \times 100$ の式²³⁾で計算し, 各波形タイプの得点として表すものである。

5) 質問紙による調査は被検者それぞれに対し, 各項目の測定前に既往症, 水泳の経験および水泳以外の運動の経験などに関して, 質問紙を用いた調査を行った。

なお各項目の測定は, 4月および7月とも, レッスン前の同一時間帯に実施した。

3. 結 果

本研究ではスイミングスクールの3か月間のレッスンを取り上げ, レッスン開講の4月の測定をレッスン前, 7月の測定をレッスン後とし, その前後について次の三つの観点から比較検討を行った。

①被検者全体の変化 (n=24)

②泳力別クラス (運動強度) による影響

グループ A: 初級 (n=7)

グループ B: 中級 (n=5)

グループ C: 上級 (n=12)

③週のレッスン回数 (運動量) による影響

グループ I: 週1回 (n=4)

(3か月間の受講回数: 13.5±2.1 回)

グループ II: 週2回 (n=13)

(3か月間の受講回数: 28.4±3.4 回)

グループ III: 週3回 (n=7)

(3か月間の受講回数: 37.7±8.4 回)

1) レッスン時の心拍数

上級クラスおよび中級クラスの被検者5名の心拍数は, 個人差が大きかったが各クラスの平均心拍数は, 上級(3名)が 140.3±2.3 拍/分, 中級(2名)が 127.1±0.5 拍/分であった。この差は, レッスン内容(種目)の違いによるものと判断される。

2) 身体的特性 (体重, 皮下脂肪厚) および血圧

3か月間の水泳運動実施前後の身体的特性および血圧の結果を表2に示した。

体重の変化は, 被検者全体として有意差がみられなかった。また, 被検者を泳力別クラス(運動強度)および週のレッスン回数別(運動量)に分けて比較しても, 有意な差は認められなかった。

皮下脂肪厚については被検者全体, 泳力別クラスおよび週のレッスン回数のどの観点から比較検討しても有意な変化はみられなかった。ただしグループ C およびグループ III の測定値は, 減少の傾向が大きかった。

血圧値において被検者全体, 泳力別クラスおよび週の

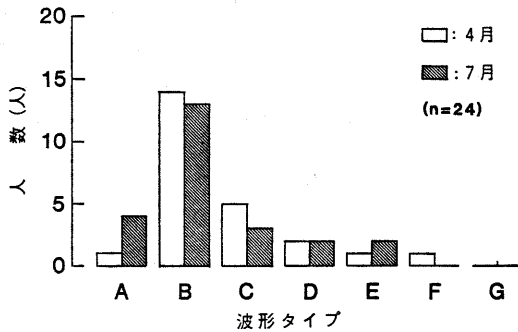


図3 3か月間の水泳運動による加速度脈波波形のタイプに対する影響

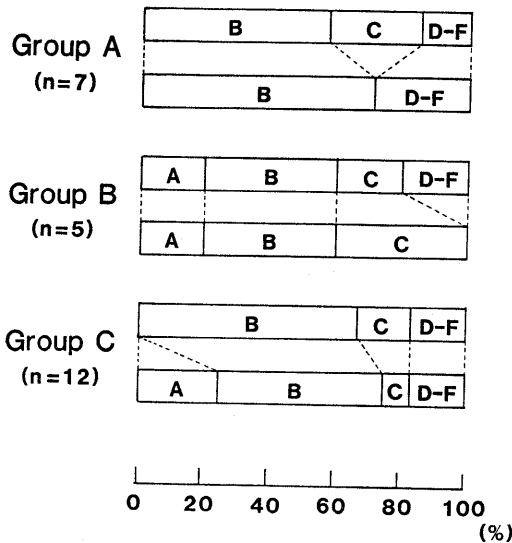


図4 泳力別クラス（運動強度）でみた加速度脈波波形のタイプ別比率

レッスン回数のいずれも、3か月間のレッスン前後で有意な変化はみられなかった。しかし、収縮期、拡張期血圧とも改善の傾向が示された。特に収縮期血圧が境界域高血圧または高血圧（WHO 基準）の者は、4月に4名であったのに対し7月には2名と減少した。

3) 加速度脈波

3か月間のレッスン前後の加速度脈波は被検者全体として、波形タイプに改善の傾向がみられた。4月にはAタイプを示す者が1名であったのに対し、7月には6名と増加が認められた。特に血液循環の悪いとされるFタイプは、レッスン後の7月にはみられなくなった（図3）。また、グループC、グループII、IIIにAタイプを示すものが現れた（図4、5）。しかし、それぞれの観点にお

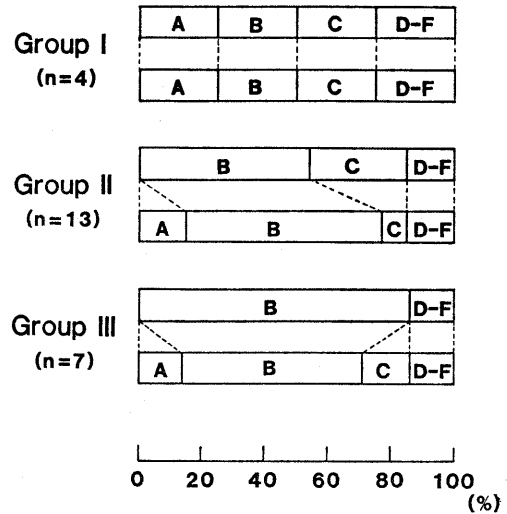
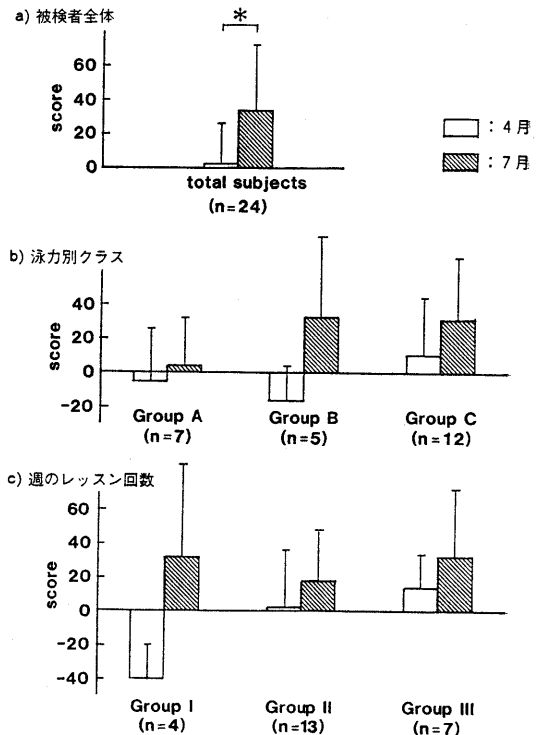


図5 週のレッスン回数（運動量）でみた加速度脈波波形のタイプ別比率



* $p < 0.05$

図6 3か月間の水泳運動による加速度脈波波形の得点の変化

けるグループ間（グループ A, B, C またはグループ I, II, III）の改善傾向には明らかな差がみられなかった。

加速度脈波を得点で表し被検者全体でみた場合は、4月と7月の測定で得られた得点（4月：+1.5, 7月：+24.2）の間に、5% の水準で有意な差がみられた。なお、泳力別、回数別に分けて検討した結果では、個人差が大きく有意差はみられなかったもののグループ B とグループ I で得点上昇の傾向が強く示された（図 6）。

一方、対照群である同年代成人の平均得点は、4月が -11.7, 7月が -8.0 であり、3か月間の前後の測定値に有意差はなかった。

4) 運動歴および日常運動量、並びに水泳実施による主観的な心身の変化

質問紙で調査した運動歴によると、24 名中 14 名（58%）が学生時代または卒業後に運動の経験があり、経験年数は 3.9 ± 2.7 年で、種目はバスケットボール・バレーボール・テニス・ヨーガ・健康体操など様々であった。しかし現在までこの運動を継続している者は 7 名と少なく、種目もヨーガや健康体操が主体であった。

また、現在日常生活の中で水泳以外に運動を行っている者は、24 名中 11 名（46%）であり、週に 1 から 2 回、1 回当たり約 2 時間の運動を実施している。しかし種目としてはゴルフ・ヨーガ・体操などであり、本研究の水泳に比べて運動強度の低い運動である。

一方、水泳を始めてからの身体面・精神面での主観的な変化については、24 名中 13 名（54%）が「持久力がついた」、「腰痛が緩和された」「ストレスが軽減した」、「スポーツ以外にもいろいろなものに対して興味を持つようになった」といった、水泳の実施により得られた効果を回答をしている。

4. 考 察

現代社会は、生活水準の上昇に伴い便利で豊かなものとなったが、その反面で成人病の罹患率が増加するなどの影響も現れている。その対策として、各地に設立されているスポーツ施設を利用して運動を実施している人も増加している。ところが、運動実施により得られる効果が、健康にどのような影響を与えているかを具体的に把握している人は少ないように思われる。そこで本研究は、一スイミングスクールの利用者における水泳運動実施の影響を、特に循環機能を中心に調査・測定することを目的とした。

社会体育の分野で運動強度を簡便に推定する方法として、心拍数を利用する場合が多い^{4,19,20,21)}。水泳中の心

拍数は、1) 横臥姿勢による運動であること、2) 水圧により静脈還流が増大すること、などから、陸上での同一強度 ($\dot{V}O_2$) の運動に比べ 10~15 拍/分（運動強度で 5~10%）低い値を示すとされている²¹⁾。年齢から推定した最高心拍数を指標とした場合、本研究における水泳運動中の心拍数は中級で 50% 前後、上級では 75% 前後の範囲であった。したがって本研究で実施された水泳運動は、年齢からみてトレーニング効果を期待できる強度⁹⁾を有していたと思われる。

持続的な運動の実施が体脂肪量を減少させ、成人病の誘因である肥満を解消させる²²⁾とされている。本研究では種目に水泳を取り上げ、運動の実施が体脂肪量に及ぼす影響について検討したところ皮下脂肪厚の結果に有意な変化はみられなかった。ただし、グループ C およびグループ III における上腕部、背部の測定値にやや大きい減少の傾向が認められた。これには、泳力別クラスにより練習する泳法が異なり主働筋が違うことや、1 回当たりの泳ぐ距離、さらには週当たりの総運動量などが影響しているのではないかと考えられる。

運動による血圧値の変動に関して、ある一定条件下での運動の継続が血圧値を変化させ、高血圧症の改善に寄与する^{5-7,10-12,17,19,23)}という先行研究がみられる。これは、運動実施により末梢血管抵抗が減少することによるものと考えられる。本研究のトレーニング条件下（スイミングスクールのレッスン内容をそのまま適用した場合）でも、WHO 基準による収縮期血圧が高血圧または境界域血圧値を示す者の降圧を始め、拡張期血圧にも改善傾向が示された。したがって本研究の水泳運動が、末梢血管抵抗を減少させることのできる運動であったことを示唆している。

同じく循環機能の指標である加速度脈波法を用いた先行研究^{17,18,23)}では、健康者および既往症や疾患を有する成人を対象に、長期間にわたる持続的トレーニング（主としてランニング）を负荷したところ改善が認められ、全身持久性運動の継続的な実施は血液循環の改善に効果があつたと報告している。本研究において、一般健康人を対象としたスイミングスクールのレッスンによってしらべたところ、波形タイプ、得点ともに改善の傾向がみられた。特に得点においては、被検者全体の平均値が 5% の水準で有意に減少し、明らかな改善の傾向が認められた。また、グループ B およびグループ I の平均値で統計学的な差はないものの、減少が大きく改善の傾向がみられた。これは、両グループの被検者にスクール入会 1 年未満の者が多く、運動実施の初期にみられるトレーニン

グ効果が強く現れた結果であると考えられる。また先行研究において、加速度脈波波形の男女の結果に違いがみられない²³⁾ことを踏まえて、日常生活に運動を実施していない同年代(53.9歳)の一般人を対照群として、加速度脈波の測定を同時期に実施した。本研究においても被検者と対照群との間に有意差はみられず、しかも対照群の3か月間の前後の測定結果に変化は認められなかった。したがって、本研究のスイミングスクールにおける運動の実施が血液循環の改善に効果があるということが示唆された。

質問紙による調査から、本研究の被検者のうち46%の者が水泳以外の運動を実施している。種目はゴルフやヨーガ、体操などであり、運動強度をRMR¹⁵⁾で比較した場合水泳(競泳)の40に対して、ゴルフは3、ヨーガや体操は5前後と低く、被検者にとって水泳が日常生活の中で最も強度の強い運動であると思われる。したがって、運動が循環機能に影響を及ぼすものと考えと、本研究の被検者にみられる効果の多くは水泳に依存するものであることが示唆される。

本研究は、一スイミングスクールにおける水泳が循環機能に及ぼす影響を主として血圧および加速度脈波によって検討した。日常生活や水泳以外の運動強度・運動量を厳密に規定することはできなかったが、1日1時間で週に1~3回、3か月間のレッスン(トレーニング)により、循環機能の改善効果を捉えることができた。水泳は市民スポーツとして根強い人気を持ち、多くの人が実施している。本研究の結果から、循環機能の改善を通して成人病の予防を促すことが示唆された。したがって、運動の実施が生活水準の上昇に伴う健康・体力面の悪影響を減少させるのに大きく寄与していると思われる。また運動の実施に際しては、個人の健康状態や体力に合わせた運動強度、運動内容などを設定し、長期間継続できるような配慮も重要である¹⁶⁾と思われる。

5. 要 約

本研究は、水泳運動の実施が主として循環機能に及ぼす影響について、スイミングスクールのレッスンを対象にして行った。被検者は某スイミングスクールに通う中高年女性であり、個人の所属する練習曜日および泳力別クラスに応じて、3か月間の水泳運動を行った。測定項目は、身長・体重・皮下脂肪厚・血圧・加速度脈波であり、3か月間の前後に測定を行い、運動強度および運動量による検討を加えた。

1) 体重・血圧に3か月間の運動による有意な変化は

みられなかった。ただし、血圧については収縮期血圧の改善を示す者があった。また皮下脂肪厚の測定値は、グループCおよびグループIIIにおいて減少の傾向を示したものの、有意な変化はみられなかった。

2) 加速度脈波の波形タイプは、被検者全体、泳力別クラスの影響および週のレッスン回数による影響のいずれにおいても、改善の傾向がみられた。加速度脈波の波形を得点で表した場合、被検者全体での得点に有意な上昇が認められた。

以上の結果から、中高年女性において個人の泳力に合わせた水泳運動の継続が、循環機能をはじめとする健康の維持増進により効果を及ぼす可能性があることが示唆された。

謝 辞

本研究に当たり、被検者としてご協力戴いた青葉スイミングスクールの会員、および青梅精機製作所の従業員の方々に深謝致します。また、調査および測定に際し多大なるご協力を戴いた、日本体育大学大学院スポーツ科学研究室井上辰樹氏、富岡徹氏、丹羽哲次氏、常葉学園浜松大学小楠和典氏に深謝致します。

本研究の一部は、平成元年度日本体育大学学内奨励研究費(「中高年者の運動処方に関する研究—運動量が血圧及び血液成分に及ぼす影響—」研究代表者: 諸富嘉男教授)によった。

文 献

- 1) 青木純一郎: 運動不足と生理的変化 (2)。健康と体力, 15 (4): 74-75, 1983.
- 2) 馬場俊六, 上島弘嗣, 萬代 隆, 小澤秀樹: 断面調査による高血圧と飲酒, 食塩摂取量との関連に関する研究。日本公衆衛生学会雑誌, 32: 719-724, 1985.
- 3) 五島雄一郎: 食べ物と成人病。Health Science, 4 (2): 3-6, 1988.
- 4) 橋爪和夫, 山地啓司: 心拍数からみた水泳中の運動強度。北陸体育学会紀要, 23: 27-33, 1986.
- 5) 生山 匡: 企業におけるジョギング健康法の進め方。公衆衛生, 49 (10): 677-680, 1985.
- 6) 池上晴夫: ランニングと血圧。保健の科学, 18 (11): 691-694, 1976.
- 7) 今野廣隆, 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 佐野裕司, 渡辺 剛, 川村協平, 西田明子, 小山内博: 身体トレーニングによる高血圧改善の予後予測のための血圧測定法について。体力研究, 59: 27-39, 1985.
- 8) 伊藤 朗: 図説運動生化学入門。167-190, 医歯薬

- 出版, 1987.
- 9) 伊藤 朗, 角田 聡, 山田哲雄, 藤田定彦: 成人病の予防・改善のための運動処方。デサントスポーツ科学, **3**: 63-75, 1982.
 - 10) 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 佐野裕司, 小山内博: 身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす効果に関する研究。体力研究, **36**: 52-66, 1977.
 - 11) 片岡幸雄, 佐野裕司, 生山 匡, 和田光明, 今野廣隆, 荒尾 孝, 川村協平, 小山内博: 身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす効果に関する研究 (第2報)—身体トレーニングによる安静時血圧の収斂効果—。体力研究, **51**: 1-10, 1982.
 - 12) 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 佐野裕司, 今野廣隆, 川村協平, 小山内博: 身体トレーニングが高血圧症の改善に及ぼす効果に関する研究 (第3報)—高血圧症改善のための運動条件の検討—。体力研究, **55**: 41-54, 1983.
 - 13) 北川 薫, 涌井忠昭, 高橋繁浩, 大橋 廣: 中高年齢者のための運動処方の基礎的研究—水泳での強度設定のための心拍数の利用—。大和ヘルス財団研究業績集, **12**: 117-121, 1988.
 - 14) 文部省: 昭和63年度体力・運動能力調査報告書。17-24, 文部省体育局, 1989.
 - 15) 中野昭一: 図説・運動の仕組みと応用。238, 医歯薬出版, 1987.
 - 16) Oja, P., Kukkonen-Harjula, K., Nieminen, R., Vuori, I and Pasanen, M.: Cardiorespiratory strain of middle-age men in mass events of long-distance cycling, rowing, jogging, and skiing. *Int. J. Sports Med.*, **8**: 45-51, 1987.
 - 17) 佐野裕司, 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 今野廣隆, 川村協平, 渡辺 剛, 西田明子, 小山内博: 加速度脈波による血液循環の評価とその応用。労働科学, **61** (3): 129-143, 1985.
 - 18) 佐野裕司, 片岡幸雄, 生山 匡, 和田光明, 今野廣隆, 川村協平, 渡辺 剛, 西田明子, 小山内博: 加速度脈波による血液循環の評価とその応用 (第2報)—波形の定量化の試み—。体力研究, **63**: 17-25, 1988.
 - 19) 佐藤 佑, 石河利寛, 青木純一郎, 清水達雄, 前嶋 孝: 運動に対する心拍数, 血圧, 呼吸数の反応の年齢別, 性別特性に関する研究, 体力科学, **26**: 165-176, 1977.
 - 20) 芝山秀太郎, 江橋 博, 西島洋子, 松沢真知子: 水泳運動の身体機能におよぼす効果。体力研究, **44**: 47-53, 1979.
 - 21) 涌井忠昭, 高橋繁浩, 北川 薫, 石河利寛: 水泳および水中歩行における運動強度の指標としての心拍数, 運動スピード, 主観的運動強度の有効性。東海保健体育科学, **9**: 1-9, 1987.
 - 22) 湯浅景元: 社会人の体力づくりに関する総合的研究—身長, 体重, 握力, 皮下脂肪厚の測定結果について—。中京大学体育研究紀要, **2**, 11-13, 1988.
 - 23) (財)東京都教育文化財団多摩スポーツ会館編: 多摩スポーツ会館における健康づくりの理論と実際。73-78, 1986.